

MENGANALISA KEBUTUHAN KALOR PADA PROSES PENCAIRAN CHIP POLYESTER DI MESIN EXTRUDER

Windu Sediono, Seno Darmanto, Bambang Setyoko, Murni, Indartono
Program Diploma III Teknik Mesin
Facultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstract

Windu Sediono, Seno Darmanto, Bambang Setyoko, Murni, Indartono, in paper analyses requirement of calorific at liquefaction process of chip polyester at extruder machine explain that research is done to analyze mechanism of liquefying polyester chips in extruder machine. The analyzing is focused on heat transfer need in extruder machine. Research is done in factory at extruder machine. And based on analyzing data, it shows that heat flow at the extruder machine is 46 kWatt and efficiency can raise 85%. Operational temperature is in range 160 °C-295 °C (433°K- 568°K) and mass flow of polyester chip 20 kg/ min.

Keyword: Extruder, chip, polyester, temperature, heat, transfer, efficiency

PENDAHULUAN

Polyester merupakan salah satu group polimer (lebih spesifik *condensation polymer*) yang mengandung gugus ester (*ester functional group*) dalam rantai utamanya. Secara umum, polyester merujuk tenunan kain dari serat polyester. Serat polyester sering dipintal bersama dengan serat cotton untuk memproduksi kain dengan sifat yang lebih baik. Meskipun polyester dapat terbentuk secara alami dalam bentuk *cutin*, polyester secara umum merujuk ke kelompok polyester sintetis (plastics) yang melibatkan *polycarbonate* dan *polyethylene terephthalate*. ("http://en.wikipedia.org/wiki/Polyester").

Peralatan yang terbuat dari bahan baku chip polyester dibutuhkan secara luas baik masyarakat, industri dan jasa. Produk jadi dari chip polyester meliputi karung plastik, mika, botol plastic, pipa plastik dan sebagian besar untuk kain/benang (nylon). Kebutuhan akan produk dari bahan baku chip polyester meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya tuntutan kehidupan masyarakat. Dan salah satu kebutuhan manusia yang relative berkembang terus adalah di bidang model pakaian (tekstil). Peningkatan kebutuhan tekstil perlu didukung dengan sumber bahan baku baik dari serat alam maupun serat sintetis.

Peningkatan kuantitas dan kualitas produk polimer membutuhkan peralatan teknologi yang memadai. Salah satu tahapan proses yang perlu dilalui oleh chip polyester untuk menjadi produk jadi adalah proses pemanasan/pencairan yang dilakukan di dalam mesin extruder. Dengan mesin extruder aliran chip polyester cair dapat mengalir secara terus menerus (*continously*). Mesin extruder digunakan untuk proses pengolahan, pencairan dan pembentukan berbagai macam jenis polimer. Proses pencairan dilakukan dengan mengalirkan kalor ke mesin

extruder hingga chip polyester mencair pada titik luluh yakni sekitar 258°C (NN, 2004). Selanjutnya proses pembentukan dapat dilakukan dengan cara memasang cetakan di daerah keluar (ujung extruder) dari chip polyester cair. Material chip polyester merupakan jenis polimer yang mempunyai keunggulan unik dibandingkan dengan material lainnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Ekstrusi merupakan proses pembentukan yang melibatkan proses pemanasan dan penekanan secara kompak terhadap polimer cair melalui suatu cetakan (*die*) untuk menghasilkan bentuk/profil yang diinginkan. Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk proses ekstrusi bahan polimer adalah mesin extruder. Mesin extruder pada prinsipnya merupakan mesin yang terdiri dari poros berulir yang dilingkupi oleh selongsong silinder (*barrel*). Sehingga mesin ekstrusi ini menyerupai peralatan cetak injeksi yang rongga cetaknya digantikan dengan die. Pada umumnya bahan yang diolah di mesin extruder merupakan bahan-bahan yang bersifat termoplastik. Di dalam proses ekstrusi dengan mesin extruder, selain chip polimer didorong secara terus menerus sepanjang screw, chip polyester juga dialiri kalor hingga temperature di dalam ruang extruder mencapai titik leleh (*melting*) chip polyester. Chip polyester mempunyai titik leleh 258°C (NN, 2004). Peneliti lain meneliti chip polyester pada kondisi aliran/penetrasi (*penetration*) di antara 323°K-423°K (Joshi at. al, 2003). Keluar dari mesin extruder, chip polyester dalam bentuk cair.

Banyak variasi bentuk yang dapat dihasilkan melalui proses ekstrusi seperti bentuk sedotan, pipa, tabung, botol dan juga filament-filament benang dengan ketebalan yang bervariasi tergantung kebutuhan. Variasi bentuk dapat diatur dengan

menyesuaikan bentuk cetakan yang dipasang di ujung screw. Sedangkan untuk bentuk-bentuk yang rumit dan presisi, pengaturan putaran screw juga diperlukan selain pengaturan cetakan.

Mesin extruder yang digunakan untuk proses pencairan chip polyester dibagi menjadi beberapa bagian (*zone*) meliputi *feed*, kompresi (*compression*), penyeragaman (*homogen*) dan tambahan. *Feed zone* berfungsi mengambil chip polyester dari hopper dan menggerakkan chip ke dalam bagian utama extruder. Di daerah kompresi, chip polyester mengalami pencairan (*melting*). Kondisi temperature di daerah kompresi sudah melewati titik leleh (*melting*). Daerah penyeragaman (*homogen zone*) berperan untuk menyeragamkan kondisi chip polyester dan laju aliran. Penyeragaman kondisi tersebut diperlukan untuk menghasilkan keseragaman dimensi, tekanan yang merata dan proses pencetakan dengan tingkat kepadatan yang merata.

Poulson (1987) menganalisa kapasitas aliran fluida melalui poros ulir (*extruder*) dalam *injection moulding* dan diperoleh persamaan aliran sebagai berikut:

$$Q_{ideal} = \frac{1}{2} \times (\pi^2 \cdot D^2 \cdot H \cdot N \cdot \tan \theta)$$

Sedangkan untuk kapasitas maksimum dapat didekati dengan persamaan

$$Q_{max} = \frac{1}{2} \times (\pi^2 \cdot D^2 \cdot N \cdot H \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta)$$

Keterangan :

- D : diameter poros berulir (m)
- H : tinggi ulir (m).
- N : putaran poros ulir (rpm)
- θ : sudut helik ulir (degre)

Kapasitas aliran chip polyester cair nyata (*real*) pada mesin extruder dapat ditentukan dengan mengukur massa/volume aliran chip polyester cair tiap menitnya.

Analisa aliran kalor pada mesin extruder dapat ditentukan dari rumus dasar (Zimasky, 1998; Incropera, 1990) yakni :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Keterangan :

- Q : Aliran kalor
- m : Massa zat
- c : Kalor/panas jenis zat
- ΔT : Perubahan suhu

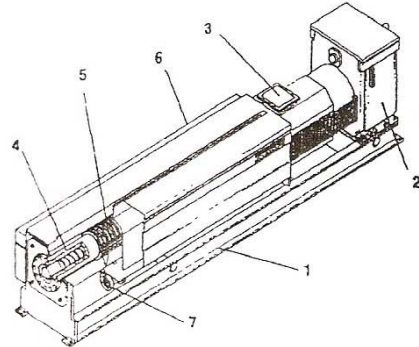
METODE PENELITIAN

Bahan dan alat yang digunakan :

- Chip polyester
- Sensor Temperatur

- Extruder Barmag Type 10E10 dengan spesifikasi:

Daya gear unit	: 140 kW
Putaran awal	: 1800 rpm
Putaran akhir	: 178,5 rpm
Torsi maksimal	: 7500 Nm
Berat gear box	: 931 kg
Kapasitas	: 1,2 ton/jam
Daya Heater	: 54.600 Watt



Gambar 1. Mesin pencairan chip polyester

Keterangan :

- 1. Frame
- 2. Gear Box / Gear Unit
- 3. Feed Housing
- 4. Screw
- 5. Heater
- 6. Cylinder Jacket
- 7. Blower

Prosedur pengambilan data

- Hidupkan motor extruder.
- Melakukan pemanasan awal dengan cara menghidupkan heater.
- Membuka valve pada bottom hopper yang berada di atas mesin extruder agar chip polyester bisa turun dan mengalir ke feed housing.
- Setelah lelehan yang keluar dari extruder mengalir dengan lancar catat temperatur 5 daerah (*zone*) yang terdapat di mesin extruder serat kapasitas aliran chip polyester.
- Agar proses pelelehan chip bisa berjalan lancar, temperatur harus dijaga di setiap daerah (*zone*). Lakukan pembukaan valve udara (*venting*) bila diperlukan setiap 1 jam sekali untuk mengeluarkan uap jenuh.

Hasil pengambilan data di mesin extruder

Kapasitas aliran chip polyester 20 kg /menit atau 330gr/s.

Temperature operasional tiap daerah (zone) mesin extruder.

Temperatur chip pada awal masuk ke extruder T_0 : 160 °C atau 433 °K

Temperatur di zone 1 T_1 : 233°C atau 506°K

Temperatur di zone 2 T_2 : 269 °C atau 542 °K

Temperatur di zone 3 T_3 : 285°C atau 558 °K

Temperatur di zone 4 T_4 : 292°C atau 565 °K

Temperatur di zone 5 T_5 : 295°C atau 568 °K

Daya yang dibutuhkan oleh heater extruder sebesar 54.600 Watt.

Kalor jenis chip (c) : 1,04 J/gr °K

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Percobaan disajikan pada tabel. 1. Berdasarkan table. 1, kebutuhan kalor di mesin extruder menunjukkan bahwa total aliran kalor ke material chip polyester sebesar 46.332 watt. Analisa efisiensi perpindahan kalor di mesin extruder dapat ditentukan dengan membandingkan kebutuhan kalor nyata yang dibutuhkan dibandingkan dengan daya input (heater 54.000 watt). Dan efisiensi termal (η) di mesin extruder sebesar 85%

KESIMPULAN

Temperatur kerja akan mempengaruhi proses pelelehan chip polyester di mesin extruder. Proses pencairan chip polyester dilakukan secara bertahap pada rentang temperatur rata-rata 160°C (433°K) sampai 295°C (568°K). Kebutuhan kalor untuk proses

pencairan chip polyester sebesar 46.332 watt pada kapasitas rata-rata 20 kg/menit (330 gr/s). Dan efisiensi termal di mesin extruder mencapai 85 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. Grabewsky. 1997. *Service Book for CW-4T-1200, 8 Spulkofit Winder*. Barmag: Germany.
2. Grabewsky. 1997. *Spinnextruder, Extruder Type 10E10*. Barmag: Germany.
3. <http://en.wikipedia.org/wiki/Polyester>, 2007, Polyester, Wikipedia free encyclopedia.
4. Incropera, F.P. dan Dewitt, D.P., 1990, *Fundamental of Heat and Mass Transfer*, Text book, edisi 3, John Wiley & Sons.
5. Joshi, K.A., Naik, G.A. dan Nevrekar, 2003, *Quality Assessment of Polyester chips and yarn by TMS-2*, journal of Applied Polymer Science, Vol 37 Issue 3, Hal 661-668.
6. NN, 2004, *Chip*, Xiamen Xianglu Chemical Fiber.
7. Paulson, 1987, *Injection Molding Teknologi*, Paulson Training Program, United State of Amerika.
8. Uzwil. 1995. *Operating Manual Pulsbed Fluid-Bed Heat Exchanger OTWG 160*. Buhler: Germany.
9. Zemansky, Sears. 1985. *Fisika Untuk Universitas 1, Mekanika. Panas. Bunyi*. Bina Cipta: Jakarta.

Tabel 1. Aliran kalor di mesin extruder :

Daerah (Zone)	m (gr/s)	c (J/gr °K)	T awal (°K)	T akhir (°K)	ΔT (°K)	Q (Watt)
1	330	1,04	433	506	73	25.053,6
2	330	1,04	506	542	36	12.355,2
3	330	1,04	542	558	16	5.491,2
4	330	1,04	558	565	7	2.402,4
5	330	1,04	565	568	3	1.029,6
Jumlah						46.332